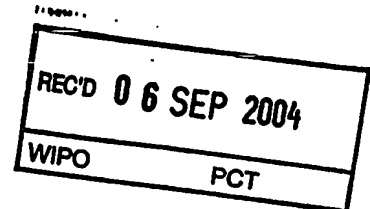


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



EP 04/7949

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

Aktenzeichen: 203 11 032.3

Anmeldetag: 17. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: COOPER CAMERON CORPORATION,
Houston, Tex./US

Bezeichnung: Antriebsvorrichtung

IPC: F 16 K 31/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 22. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Se

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Stremme

BEST AVAILABLE COPY

GRÜNECKER KINKELDEY STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER

ANWALTSSOZIELTÄT

GKS & S MAXIMILIANSTRASSE 58 D-80538 MÜNCHEN GERMANY

Deutsches Patent- und Markenamt

Zweibrückenstr. 12

80297 München

RECHTSANWÄLTE
LAWYERS

MÜNCHEN
DR. HELMUT EICHMANN
GERHARD BARTH
DR. ULRICH BLUMENRÖDER, LL.M.
CHRISTA NIKLAS-FALTER
DR. MAXIMILIAN KINKELDEY, LL.M.
DR. KARSTEN BRANDT
ANJA FRANK, LL.M.
UTE STEPHANI
DR. BERND ALLEKOTTE, LL.M.
DR. ELVIRA PFRANG, LL.M.
KARIN LOCHNER
BABETT ERTL
CHRISTINE NEUHIERL
SABINE PRÜCKNER

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

MÜNCHEN
DR. HERMANN KINKELDEY
PETER H. JAKOB
WOLFGANG MEISTER
HANS HILGERS
DR. HENNING MEYER-PLATH
ANNELIE EHNOLD
THOMAS SCHUSTER
DR. KLARA GOLDBACH
MARTIN AUFENANGER
GOTTFRIED KUTZSCH
DR. HEIKE VOGELANG-WENKE
REINHARD KNAUER
DIETMAR KUHLE
DR. FRANZ-JOSEF ZIMMER
BETTINA K. REICHELT
DR. ANTON K. PFAU
DR. UDO WEIGELT
RAINER BERTRAM
JENS KOCH, M.S. (U of PA) M.S.
BERND ROTHAEML
DR. DANIELA KINKELDEY
THOMAS W. LAUBENTHAL
DR. ANDREAS KAYSER
DR. JENS HAMMER
DR. THOMAS EICKELKAMP
JOCHEN KILCHERT
DR. THOMAS FRIEDE

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

BERLIN
PROF. DR. MANFRED BÖNING
DR. PATRICK ERK, M.S. (MIT)
KÖLN
DR. MARTIN DROPMANN
CHEMNITZ
MANFRED SCHNEIDER

OF COUNSEL
PATENTANWÄLTE

AUGUST GRÜNECKER
DR. GÜNTER BEZOLD
DR. WALTER LANGHOFF

DR. WILFRIED STOCKMAIR
(-1996)

IHR ZEICHEN / YOUR REF.

UNSER ZEICHEN / OUR REF.

DATUM / DATE

G5073 -829/an

17.07.03

Anmelder:

COOPER CAMERON CORPORATION
1333 WEST LOOP SOUTH
SUITE 1700
HOUSTON, TEXAS 77027-9109
USA

ANTRIEBSVORRICHTUNG

GRÜNECKER KINKELDEY
STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER
MAXIMILIANSTR. 58
D-80538 MÜNCHEN
GERMANY

TEL +49 89 21 23 50
FAX +49 89 22 02 87
FAX +49 89 21 86 92 93
<http://www.grunecker.de>
e-mail: info@grunecker.de

DEUTSCHE BANK MÜNCHEN
No. 17 51734
BLZ 700 700 10
SWIFT: DEUT DE MM

Antriebsvorrichtung

Ansprüche

1. Antriebsvorrichtung (1) zur Verstellung eines Betätigungselements (2) einer Drossel, eines Ventils, einer Verbindungseinrichtung, einer Zudosiereinrichtung oder dergleichen insbesondere bei der Erdöl- oder Erdgasgewinnung mit wenigstens einem, mit dem Betätigungselement (2) bewegungsverbundenen Gewindetrieb (3) und einer zwischen diesem und zumindest einem Motor (4, 5) angeordneten Getriebeeinheit,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Getriebeeinheit ein dem Gewindetrieb (3) zugeordnetes Untersetzungsgetriebe (7), insbesondere ein sogenanntes Harmonic Drive-Getriebe, und ein dem Motor (4, 5) zugeordnetes, insbesondere selbsthemmendes Stirnradgetriebe (9) aufweist.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Gewindetrieb (3) einen Rollen- oder Kugelumlaufgewindetrieb mit Spindelmutter (10) und Gewindespindel (11) ist.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spindelmutter (10) drehbar, aber axial unverschieblich in einem Vorrichtungsgehäuse (42) gelagert ist.
4. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spindelmutter (10) drehfest, aber axial verschieblich in einem Vorrichtungsgehäuse (42) gelagert ist.
5. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass Spindelmutter (10) oder Gewindespindel (11) mit dem Untersetzungsgetriebe (7) drehfest verbunden ist.

6. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Untersetzungsgetriebe (7) als Harmonic Drive-Getriebe eine flexible, becherförmige Zahnhülse (12), ein fixiertes Ringelement (13) und einen Wellengenerator (14) aufweist, wobei die Zahnhülse (12) mittels ihrer Außenverzahnung in Teileingriff mit einer Innenverzahnung des Ringelements (13) steht und der Wellengenerator (14) innerhalb der Zahnhülse angeordnet ist.
7. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zahnhülse (12) mit der Spindelmutter (10) oder Gewindespindel (11) drehfest verbunden ist.
8. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen Zahnhülse (12) und Gewindetrieb (6) eine drehbar gelagerte, aber axial unverschiebbliche Verbindungshülse (15) angeordnet ist.
9. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gewindespindel (11) mit ihrem Antriebsende (16) in eine Haltebohrung (17) der Verbindungshülse (15) drehfest eingesteckt ist.
10. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen Gewindespindel (11) und Innenseite (18) der Haltebohrung (17) eine Keilverzahnung (19) ausgebildet ist.
11. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stirnradgetriebe (9) schräg verzahnt ist.

12. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stirnradgetriebe (9) als schrägverzahntes Doppelschraubgetriebe (23) ausgebildet ist.
13. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Untersetzungsgetriebe (7) und insbesondere dessen Wellengenerator (14) mit einem ersten Schraubrad (20) und der Motor (4, 5) mit einem zweiten Schraubrad (21) des Stirnradgetriebes (9) bewegungsverbunden sind.
14. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Schraubrad (21) auf einer Antriebswelle (22) des Motors (4, 5) angeordnet ist.
15. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei oder mehr Motore (4, 5) der Antriebswelle (22) zugeordnet sind.
16. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei oder mehr Antriebswellen (22) mit jeweils wenigstens einem Motor (4, 5) im Wesentlichen parallel zur Gewindespindel (11) im Vorrichtungsgehäuse (42) gelagert sind.
17. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass an jeder Antriebswelle (22) ein zweites Schraubrad (21) angeordnet ist, welches mit dem ersten Schraubrad (20) in Eingriff ist.
18. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass jeder Motor (4, 5) ein Elektromotor ist.

19. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Schrägwinkel (25) der Schrägverzahnung (24) von erstem und/oder zweitem Schraubrad (20, 21) im Bereich von 50° bis etwa 90° und insbesondere im Bereich von 65° bis 85° liegt.
20. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Übersetzungsverhältnis des Stirnradgetriebes (9) zwischen $i=25$ und $i<1$ beträgt.
21. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass erstes und zweites Schraubrad (20, 21) 1 bis 10, vorzugsweise 1 bis 7 und besonders bevorzugt 1 bis 4 Zähne aufweisen.
22. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbindungshülse (15) an ihrem vom Gewindetrieb (3) fortweisenden Ende (26) mit der Zahnhülse (12) lösbar verbunden ist.
23. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Eingriffselement (27) von der Gewindespindel (11) oder der Spindelmutter (10) im Wesentlichen radial nach außen absteht und in Schlitze (28, 29) einer Festhülse (30) und einer Drehhülse (31) eingreift, wobei sich ein erster Schlitz (28) im Wesentlichen in Axialrichtung (38) und ein zweiter Schlitz (29) unter einem spitzen Winkel zum ersten Schlitz (28) erstreckt.
24. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Betätigungselement (2) zusammen mit der Drehhülse (31) drehbar ist.

25. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Positionssensor (32) dem axial beweglichen Teil (10, 11) des Gewindetriebs (3) zugeordnet ist.
26. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Positionssensor (32) dem drehenden Teil (10, 11) des Gewindetriebs (3) zugeordnet ist.
27. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Positionssensor (32) einen radial zur Gewindespindel (11) nach außen versetzten und parallel zu dieser angeordneten, im Wesentlichen flachen Codierungsträger (33) aufweist.
28. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Mitnehmer (34) zwischen axial beweglichem Teil (10, 11) des Gewindetriebs (3), insbesondere zwischen dessen Eingriffselement (27) und Codierungsträger (33) angeordnet ist.
29. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Distanzhülse (35) in einer Motorbohrung (36) des Vorrichtungsgehäuses (42) auf einer dem zweiten Schraubrad (21) abgewandten Seite des wenigstens einen Motors (4, 5) angeordnet ist.
30. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Vorrichtungsgehäuse (42) modularartig aufgebaut ist.
31. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Codierungsträger (33) in einer Führungshülse (37) in axialer Richtung (38) geführt ist.

32. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Gewindespindel (11) und Spindelmutter (10) gemeinsam drehbar im
Vorrichtungsgehäuse (42) gelagert sind.
33. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gewindespindel (11) an ihrem von der Spindelmutter (10) fortweisenden
Ende (39) mit einer Verschiebungsstange (40) des Betätigungselements (2) lösbar
verbunden ist.
34. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Codierungsträger (33) des Positionssensors (32) zumindest mit einem
Endabschnitt in eine Innenbohrung (41) der Gewindespindel (11) eingesteckt und
dort lösbar befestigt ist zur gemeinschaftlichen Bewegung von Codierungsträger
und Gewindespindel in axialer Richtung (38).
35. Antriebsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Spindelmutter (10) und Verbindungshülse (15) lösbar miteinander verbunden
sind.

Antriebsvorrichtung

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung zur Verstellung eines Betätigungselements einer Drossel, eines Ventils, einer Verbindungseinrichtung (Collet Connector) einer Zudosiereinrichtung oder dergleichen insbesondere bei der Erdöl- oder Erdgasgewinnung mit wenigstens einem mit dem Betätigungselement bewegungsverbundenen Gewindetrieb und einer zwischen diesem und zumindest einem Motor angeordneten Getriebeeinheit.

Eine solche Antriebsvorrichtung ist aus der DE 200 18 561 bekannt. Die vorbekannte Vorrichtung dient zur Verstellung eines Absperrelements als Betätigungselement in einer Ausbruchsventilanordnung (blow out preventor, BOP), wobei durch das Absperrelement ein Verbindungskanal im BOP verschließbar ist. Das Absperrelement ist mit dem Gewindetrieb bewegungsverbunden. Durch diesen Gewindetrieb wird eine von dem Motor erzeugte Drehbewegung in eine Linearbewegung zur Verstellung des Betätigungselements umgesetzt. Außerdem ist zwischen dem Motor und dem Gewindetrieb ein Schneckengetriebe als weitere Getriebeeinheit angeordnet.

Diese Antriebsvorrichtung und insbesondere durch die Verwendung des Schneckengetriebes zeichnet sich durch eine Selbsthemmung aus und ist auch ansonsten gut für die Verstellung verschiedenster Betätigungselemente einsetzbar. Eine solche Antriebsvorrichtung zeigt gegenüber anderen Vorrichtungen ohne Schneckengetriebe erhebliche Vorteile. Allerdings ist in der Regel der Wirkungsgrad auf weniger als 50% beschränkt und auch die Selbsthemmung ergibt sich in der Regel erst ab einem höheren Übersetzungsverhältnis. Außerdem treten zum Teil bei Schneckengetrieben relativ hohe Axialkräfte auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Antriebsvorrichtung der Eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass bei einfachem und kompaktem Aufbau eine Erhöhung des Wirkungsgrades zur Reduzierung der Verlustleistung möglich ist, gleichzeitig insbesondere hohe Axialkräfte vermieden werden und nur eine geringe Anzahl von Bauteilen notwendig ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die Verwendung eines insbesondere selbsthemmenden Stirnradgetriebes als Teil der Getriebeeinheit ergibt sich einerseits eine sehr kompakte Bauweise. Andererseits wird der Wirkungsgrad durch ein solches Stirnradgetriebe auf über 50% erhöht. Durch die entsprechende Anordnung des Stirnradgetriebes treten außerdem nur noch zumindest reduzierte Axialkräfte auf.

Das Stirnradgetriebe ist dabei dem Motor zugeordnet und entsprechend mit diesem bewegungsverbunden, wobei die Getriebeeinheit weiterhin ein Untersetzungsgetriebe aufweist, das dem Gewindetrieb zugeordnet und mit diesem bewegungsverbunden ist. Ein solches Untersetzungsgetriebe ist insbesondere ein sogenannter Harmonic Drive. Durch dieses weitere Untersetzungsgetriebe lässt sich die Drehzahl des Motors in einfacher Weise soweit reduzieren, dass auch nur äußerst geringe Verstellungen des entsprechenden Betätigungselements möglich und genau steuerbar sind. Durch die Anordnung von Gewindetrieb, Untersetzungsgetriebe, Stirnradgetriebe und Motor ergibt sich außerdem eine kurze, kompakte Bauweise mit geringem Platzbedarf.

Um einen Gewindetrieb zu erhalten, der sich durch eine hohe Belastbarkeit und hohe Lebensdauer bei gleichzeitig sehr guten mechanischen Eigenschaften auszeichnet, kann ein solcher Gewindetrieb ein Rollen- oder Kugelgewindetrieb mit Spindelmutter und Gewindespindel sein. Insbesondere ein entsprechender Rollengewindetrieb kann bei Einsatz zur Erdöl- oder Erdgasgewinnung an unzugänglichen Stellen als vorteilhaft betrachtet werden, da dieser im Wesentlichen wartungsfrei arbeitet.

Je nach Betätigungselement ist dessen Verstellung durch unterschiedliche Teile des Gewindetriebs von Vorteil. Beispielsweise kann die Spindelmutter drehbar, aber axial unverschieblich im Vorrichtungsgehäuse gelagert sein. Dadurch wird die Gewindespindel entsprechend in axialer oder linearer Richtung bei Drehung der Spindelmutter bewegt und kann auf diese Weise durch entsprechende Verbindung zum Betätigungselement dieses ebenfalls linear bewegen. Es ist ebenso möglich, dass die Spindelmutter drehfest, aber axial verschieblich im Vorrichtungsgehäuse gelagert ist. Dabei kann die Gewindespindel sich drehen, aber axial unverschieblich angeordnet sein. Durch ent-

sprechende Kopplung von Spindelmutter und Betätigungselement wird dann die Bewegung der Spindelmutter auf das Betätigungselement übertragen.

Eine einfache Zuordnung von Gewindetrieb und Untersetzungsgetriebe kann darin gesehen werden, wenn Spindelmutter oder Gewindespindel mit dem Untersetzungsgetriebe drehfest verbunden sind. Entsprechend wird die Drehung des Untersetzungsgetriebes auf dessen Ausgangsseite auf Spindelmutter oder Gewindespindel übertragen. Dies kann auch durch im Wesentlichen direkte Verbindung zur Spindelmutter oder zur Gewindespindel von Seiten des Untersetzungsgetriebes her erfolgen.

Ist das Untersetzungsgetriebe ein sogenannter Harmonic Drive, weist dieses in der Regel drei Bauteile auf. Erstes Bauteil ist eine flexible, becherförmige Zahnhülse. Das zweite Bauteil ist ein fixiertes Ringelement und das dritte Bauteil ein Wellengenerator. Die Zahnhülse ist mittels ihrer Außenverzahnung in Teileingriff mit einer entsprechenden Innenverzahnung des Ringelements. Der Wellengenerator ist innerhalb der Zahnhülse angeordnet und durch dessen Drehung wird die flexible Zahnhülse an zwei gegenüberliegenden Stellen soweit aufgedehnt, dass der Eingriff ihrer Außenverzahnung mit der Innenverzahnung des Ringelements erfolgt. In der Regel weist die Zahnhülse zwei Zähne weniger auf als das Ringelement, so dass bei Drehung die Relativbewegung zwischen Zahnhülse und Ringelement zwei Zähne beträgt. Ein solcher Harmonic Drive ist äußerst belastungsfähig und wartungsarm.

Die Übertragung der Drehbewegung vom Harmonic Drive zum Gewindetrieb kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Zahnhülse mit der Spindelmutter oder der Gewindespindel drehfest verbunden ist.

Es besteht die Möglichkeit, Zahnhülse und entsprechendes Teil des Gewindetriebs direkt miteinander zu verbinden. Um allerdings die Antriebsvorrichtung variabler zu gestalten und gegebenenfalls modular aufzubauen, kann zwischen Zahnhülse und Gewindetrieb eine drehbar gelagerte, aber axial unverschiebbliche Verbindungshülse angeordnet sein. Diese kann dann einerseits zur Verbindung mit der Spindelmutter oder mit der Gewindespindel und andererseits mit der Zahnhülse dienen.

Um eine sichere Verbindung zwischen Gewindespindel und Zahnhülse bzw. Verbindungshülse zu erreichen, kann die Gewindespindel mit einem Antriebsende in eine Haltebohrung der Verbindungshülse drehfest eingesteckt sein. Es sind verschiedene Möglichkeiten denkbar, um das Antriebsende in der Haltebohrung zu fixieren. Eine Möglichkeit, die gleichzeitig die Übertragung großer Kräfte zulässt, ist die Ausbildung einer Keilverzahnung zwischen Gewindespindel und Innenseite der Haltebohrung.

Bei einem einfachen Ausführungsbeispiel kann das Stirnradgetriebe schräg verzahnt sein.

Um die Vorteile des Stirnradgetriebes, wie hoher Wirkungsgrad, geringe Übersetzung, einfache Bauweise, parallele Achsen usw. beizubehalten und gleichzeitig die Selbsthemmung bzw. Selbstbremsung einfach zu realisieren, ist das Stirnradgetriebe als Doppelschraubgetriebe ausgebildet. Ein solches Doppelschraubgetriebe weist eine Doppelschrägverzahnung und ein in etwa schraubenförmiges Aussehen auf. Je nach Schrägwinkel des Doppelschraubgetriebes und seiner verschiedenen Schraubräder kann die Selbstbremsung variiert werden. Dies gilt analog für die Selbstbremsung, wobei von Selbstbremsung im Prinzip auf der Antriebsseite und von Selbsthemmung auf der angetriebenen Seite und bei entsprechender Drehrichtung gesprochen wird. Gerade für Einrichtungen bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung sind solche selbstbremsenden und selbstgehemmten Getriebe von Vorteil, da dann auf separate Halte-/Bremseinrichtungen verzichtet werden kann.

Solche schrägverzahnten Stirnradgetriebe oder auch Doppelschraubgetriebe zeichnen sich durch kleine Abmessungen, lange Lebensdauer, hohe Zuverlässigkeit im Betrieb und stabile Übersetzung aus. Weiterhin ergibt sich durch die parallele Anordnung der einzelnen Schraubräder eine kompakte Bauweise. Die Getriebe sind gut an unterschiedliche Einsatzbedingungen anpassungsfähig und zeichnen sich weiterhin durch Geräuscharmheit aus.

Ein entsprechendes Stirnradgetriebe weist zumindest zwei Schraubräder auf. Erfindungsgemäß kann das Untersetzungsgetriebe und insbesondere dessen Wellengenerator mit einem ersten Schraubrad und der Motor mit einem zweiten Schraubrad des Stirnradgetriebes bewegungsverbunden sein. Es sei nochmals darauf hingewiesen,

dass der Wirkungsgrad für solche Stirnradgetriebe und insbesondere Doppelschraubgetriebe größer als 65% ist und durchaus auch 80% oder gar mehr betragen kann. Außerdem ergibt sich bei solchen Getrieben eine Linienberührung der Zahnflanken statt einer Punktberührung bei einem Schneckengetriebe.

Um die Antriebsleistung des Motors auf kürzestem und einfachem Weg in das Stirnradgetriebe einzuleiten, kann das zweite Schraubrad auf einer Antriebswelle des Motors angeordnet sein.

Um die Antriebsvorrichtung redundant aufzubauen oder auch für höhere Leistungen ausulegen, können zwei oder mehr Motore der Antriebswelle zugeordnet sein. Dabei besteht die Möglichkeit, dass in der Regel das Betätigungselement durch Betrieb nur eines Motors verstellbar ist, so dass der weitere oder die weiteren Motore nur bei Ausfall des einen Motors eingesetzt werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, durch Verwendung relativ kleiner Motore durch deren Vielzahl eine entsprechende Antriebsleistung zu erreichen.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, dass zwei oder mehr Antriebswellen mit jeweils wenigstens einen Motor im Wesentlichen parallel zur Gewindespindel im Vorrichtungsgehäuse gelagert sind. Auch dies dient der Redundanz oder der Erhöhung der Leistung der Antriebsvorrichtung. Selbstverständlich sind dabei auch zwei oder mehr Motore an jeder der Antriebswellen möglich. Werden Motore verschiedener Antriebswellen gleichzeitig eingesetzt, so sind diese synchronisiert, wobei die Synchronisierung sowohl elektronisch als auch mechanisch beispielsweise direkt zwischen den Antriebswellen erfolgen kann. Vorzugsweise können zwei Antriebswellen diametral gegenüberliegend im Vorrichtungsgehäuse angeordnet sein. Es sind allerdings ebenso Anordnungen möglich, bei denen die Antriebswellen um irgendeinen Winkel in Umfangsrichtung des Vorrichtungsgehäuses zueinander versetzt angeordnet sind. Beispiele für solche Winkel sind 45° , 90° , 270° und auch andere Zwischenwerte zwischen 0° und 360° . Dies gilt analog für die Anordnung von mehr als zwei Antriebswellen.

Um jede der Antriebswellen direkt mit dem Stirnradgetriebe zu verbinden, kann an jeder Antriebswelle ein zweites Schraubrad angeordnet sein, welches mit dem ersten Schraubrad des Stirnradgetriebes in Eingriff ist.

Um eine Antriebsvorrichtung unabhängig von aufwendigen Zuführungen für Druckluft oder ein anderes Druckmedium zu gestalten, kann der Motor ein Elektromotor sein. Dadurch besteht die Möglichkeit, die gesamte Antriebsvorrichtung sowie deren Steuerung und Überwachung zu elektrifizieren. Ein Beispiel für einen solchen Elektromotor ist ein Servomotor oder ein Asynchronmotor.

Hinsichtlich des Stirnradgetriebes besteht natürlich ebenso die Möglichkeit, dass die verschiedenen zweiten Schraubräder mit jeweils unterschiedlichen ersten Schraubrädern in Eingriff sind, wobei diese ersten Schraubräder beispielsweise alle entsprechend mit dem Gewindetrieb verbunden sein können. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Verzahnung des Stirnradgetriebes eine sogenannte Schrägverzahnung sein kann und einen bestimmten Schrägwinkel aufweist. Durch die Schrägstellung der Zähne besteht die Möglichkeit, die übliche Zähnezahl erheblich zu reduzieren. Erfindungsgemäß kann beispielsweise ein Schrägwinkel von erstem und/oder zweitem Schraubrad im Bereich von 50 bis etwa 90° und insbesondere im Bereich von 65° bis 85° liegen. Bei entsprechend hohem Schrägwinkel kann die Zähnezahl bis auf einen Zahn reduziert sein.

Im Gegensatz insbesondere zu einem Schneckengetriebe, bei dem Selbsthemmung nur für Übersetzungsverhältnisse bis zu einem bestimmten kleinsten Übersetzungsverhältnis vorliegt, können bei einem Stirnradgetriebe auch Übersetzungsverhältnisse kleiner als 25 und kleiner als 1 realisiert werden, ohne auf eine Selbsthemmung bzw. Selbstbremsung verzichten zu müssen. Zum einfachen Aufbau des Stirnradgetriebes können erstes und zweites Schraubrad 1 bis 10, vorzugsweise 1 bis 7 und besonders bevorzugt 1 bis 4 Zähne aufweisen, wobei Übersetzungsverhältnis im Bereich 1 bis 5 bis 1 zu 100 der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung in der Regel angestrebt sind.

Um den modulartigen Aufbau der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung weiter voranzutreiben und gleichzeitig einfach bestimmte Teile ein- und ausbauen zu können, kann die Verbindungshülse an ihrem vom Gewindetrieb fortweisendem Ende mit der Zahn- hülse lösbar verbunden sein.

Wenn die Spindelmutter der axial verstellbare Teil des Gewindetribs ist, besteht einerseits die Möglichkeit, das Betätigungselement direkt mit der Gewindemutter zu koppeln, so dass auch das Betätigungselement linear verstellbar ist. Eine weitere Möglichkeit ist, zwischen Betätigungselement und Spindelmutter ein weiteres Getriebe vorzusehen, das die lineare Bewegung der Gewindemutter in eine Drehbewegung umwandelt. Dies kann beispielsweise dadurch in einfacher Weise erfolgen, dass wenigstens ein Eingriffselement von der Gewindespindel oder der Spindelmutter im Wesentlichen radial nach außen absteht und in Schlitze einer Festhülse und einer Drehhülse eingreift, wobei sich ein erster Schlitz im Wesentlichen in Axialrichtung und ein zweiter Schlitz unter einem spitzen Winkel zum ersten Schlitz erstreckt. Ist beispielsweise der erste Schlitz in der Festhülse, dreht sich die Drehhülse bei Verstellung des entsprechenden Teils des Gewindetribs in axialer Richtung durch den entsprechenden Eingriff des Eingriffselements in beide Schlitze. Dabei wird durch die Neigung des entsprechenden zweiten Schlitzes in der Drehhülse die Umsetzung der linearen Bewegung in die Drehbewegung bestimmt. Dabei ist es beispielsweise möglich, dass sich die entsprechende Ausrichtung der Schlitze ändert, so dass in einem ersten Schlitzabschnitt nur eine geringfügige Drehung der Drehhülse relativ zur Festhülse stattfindet. Dadurch ist eine äußerst feine Verdrehung des Betätigungselements möglich, wie es beispielsweise für Drosseln und die entsprechenden Drosselemente von Vorteil ist. Nachdem die Drossel dann teilweise geöffnet ist, kann der Winkel zwischen den beiden Schlitzen schnell ansteigen, so dass sich die Drossel dann sehr schnell vollständig öffnet. Weitere Möglichkeiten des Verlaufs der beiden Schlitze relativ zueinander sind offensichtlich.

Wie vorangehend bereits ausgeführt, kann es dabei günstig sein, wenn das Betätigungselement zusammen mit der Drehhülse drehbar ist.

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, die Verstellung des Betätigungselements zu überwachen und die überwachte Verstellung zur Steuerung der Antriebsvorrichtung und damit des Betätigungselements zu verwenden. Bei einem Ausführungsbeispiel kann ein Positionssensor dem axial beweglichen Teil des Gewindetribs zugeordnet sein. Es ist selbstverständlich, dass auch eine Zuordnung von Positionssensor und drehendem Teil des Gewindetribs möglich ist. Außerdem kann ein entsprechender Positionssensor auch einem anderen Teil der Antriebsvorrichtung zugeordnet sein, aus dessen Bewegung die Verstellung des Betätigungselements bestimmen lässt.

Um einen entsprechenden Positionssensor ungestört von den übrigen Teilen der Antriebsvorrichtung im Vorrichtungsgehäuse unterbringen zu können, kann der Positionssensor einen radial zur Gewindespindel nach außen versetzten und parallel zu dieser angeordneten, im Wesentlichen flachen Codierungsträger aufweisen. Der Codierungsträger wird entsprechend zur Bewegung von Gewindespindel oder Spindelmutter in axialer Richtung mitbewegt, so dass direkt diese Axialbewegung erfasst und daraus die entsprechenden Rückschlüsse auf die Verstellung des Betätigungselements möglich sind.

Bei einem einfachen Ausführungsbeispiel kann ein Mitnehmer zwischen dem axial beweglichen Teil des Gewindetribs, insbesondere dem Eingriffselement, und dem Codierungsträger angeordnet sein. Wie vorangehend erläutert, dient das Eingriffselement zum Eingriff in das Schlitzepaar, so dass sich bei entsprechender Mitbewegung des Codierungsträgers Rückschlüsse auf die Drehung der Drehhülse und damit auf die Verstellung des Betätigungselements möglich sind.

An dieser Stelle sei noch angemerkt, dass ein solcher Codierungsträger des Positionssensors ein entsprechendes positionsspezifisches Muster aufweisen kann, das sich bei Bewegung des Codierungsträgers an einer entsprechenden Abtasteinrichtung des Positionssensors vorbeibewegt. Durch diese Vorbeibewegung des Musters sind genaue Rückschlüsse auf die Verstellung des Codierungsträgers und damit auf die Bewegung des entsprechenden Teils des Gewindetribs bzw. des Betätigungselements möglich.

Zur weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Antriebsvorrichtung und zur Erhöhung deren Variabilität, kann eine Distanzhülse in einer Motorbohrung des Vorrichtungsgehäuses auf einer dem zweiten Schraubrad abgewandten Seite des wenigstens einen Motors angeordnet sein. Diese Distanzhülse kann gegebenenfalls entfernt werden, um einen zweiten, einen dritten oder mehr Motore in der entsprechenden Motorbohrung unterzubringen. Weiterhin kann die Distanzhülse gleichzeitig als weiteres Lager für die Antriebswelle dienen.

Um gegebenenfalls die Antriebsvorrichtung in einfacher Weise an unterschiedliche Gegebenheiten und möglicherweise auch an unterschiedliche Betätigungselemente anzu-

passen sowie hinsichtlich der Motorisierung zu variieren, kann das Vorrichtungsgehäuse modularartig aufgebaut sein. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass in einem Teil des Vorrichtungsgehäuses beispielsweise Getriebeeinheit, Gewindetrieb und Motore untergebracht sind, während in einem anderen Teil das Betätigungselement angeordnet ist. Es ist ebenso als günstig denkbar, dass nur Verbindungshülse, Getriebeeinheit und Motore in einem Gehäuseteil angeordnet sind, während in einem anderen Gehäuseteil der Gewindetrieb und in einem noch weiteren Gehäuseteil das Betätigungselement angeordnet sind. Es ist selbstverständlich, dass jedes der Gehäuseteile eine entsprechende Öffnung zur Verbindung der in jedem der Gehäuseteile angeordneten insbesondere beweglichen Einrichtungen aufweist.

Außerdem kann das Vorrichtungsgehäuse noch auf seiner Außenseite mit verschiedenen, schräg verlaufenden Flächen versehen sein, die ein einfaches Einsetzen der Gesamtantriebsvorrichtung in beispielsweise einen sogenannten Tree auf dem Meeresboden ferngesteuert erlauben.

Weiterhin ergibt sich durch den modularartigen Aufbau des Vorrichtungsgehäuses ein einfaches Auseinandernehmen, um beispielsweise Teile zu ersetzen oder zu warten.

Um bei dem seitlich parallel versetzten Codierungsträger diesen in einfacher Weise innerhalb des Vorrichtungsgehäuses zu führen, kann der Codierungsträger in einer Führungshülse in axialer Richtung geführt sein.

Es ist denkbar, dass bei einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung Gewindespindel und Spindelmutter gemeinsam drehbar im Vorrichtungsgehäuse gelagert, aber axial unverschieblich sind. Auf diese Weise wird beispielsweise direkt die Drehung der Gewindespindel in eine Drehung des Betätigungselements umgesetzt. Die Gewindemutter dient in diesem Zusammenhang als Lager für die Gewindespindel, ohne dass diese axial verstellt wird. Im Wesentlichen findet dabei nur eine entsprechende Drehung der Gewindemutter synchron zur Gewindespindel statt.

Es besteht die Möglichkeit, direkt mit einem entsprechenden Ende der Gewindespindel beispielsweise ein Ventilelement zum mehr oder weniger zum Schließen oder Öffnen des Ventils zu verschieben. In diesem Fall wird allerdings der modularartige Charakter der

Antriebsvorrichtung eingeschränkt, da das entsprechende Ende der Gewindespindel an das spezielle Ventilelement oder dergleichen angepasst ist. Günstiger wäre es, wenn die Gewindespindel an ihrem von der Spindelmutter fortweisenden Ende mit einer Verschiebestange des Betätigungselements lösbar verbunden ist. Auf diese Weise kann die Verschiebestange auch für unterschiedliche Einrichtungen nur an ihrem der Gewindespindel zuweisendem Ende entsprechend gleichartig ausgebildet sein. Dadurch lassen sich auch unterschiedlichen Betätigungselementen zugeordnete Verschiebestangen mit einer Gewindespindel vom jeweils gleichem Aufbau verbinden.

Falls ausreichend Platz vorhanden ist und insbesondere wenn die Gewindespindel axial verstellbar ist, kann der Codierungsträger des Positionssensors zumindest mit einem Endabschnitt in eine Innenbohrung der Gewindespindel eingesteckt und dort lösbar befestigt sein zur gemeinschaftlichen Bewegung von Codierungsträger und Gewindespindel in Axialrichtung. Dabei ist entsprechend der Codierungsträger ebenfalls durch die anschließende Verbindungshülse, das Untersetzungsgetriebe und das Stirnradgetriebe hindurchgeführt, so dass eine entsprechende Abtastung des Codierungsträgers erst außerhalb der Getriebeeinheit erfolgt. Dadurch ist der entsprechende Positionssensor einfacher elektrisch kontaktierbar und gegebenenfalls austauschbar.

Es besteht die Möglichkeit, dass Spindelmutter und Verbindungshülse lösbar miteinander verbunden sind. Dadurch wird direkt auf die Spindelmutter die Drehung der Verbindungshülse übertragen, wobei die Spindelmutter durch die entsprechende Lagerung der Verbindungshülse dabei in axialer Richtung unverschieblich ist.

Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der in den Zeichnungen beigelegten Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Antriebsvorrichtung;

Figur 2 einen Schnitt entlang der Linie II – II aus Figur 1;

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung eines Details „X“ aus Figur 1;

- Figur 4** einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung;
- Figur 5** einen Schnitt entlang der Linie V – V aus Figur 4;
- Figur 6** einen Längsschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung, und
- Figur 7** einen Längsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung.

Bei allen Ausführungsbeispielen gemäß Erfindung werden gleiche Teile jeweils durch gleiche Bezugszeichen erwähnt und teilweise nur im Zusammenhang mit einer der Figuren besprochen. Zum Teil nur in einer oder einigen der Figuren verwendete Bezugszeichen, sind in den anderen Figuren der Übersichtlichkeit wegen weggelassen worden.

Allen Ausführungsbeispielen ist die Anordnung verschiedener Teile der Antriebsvorrichtung 1 gemeinsam. Diese Teile umfassen insbesondere ein entsprechendes Betätigungselement 2 für die jeweilige Vorrichtung, wie Ventil, Drossel, Zudosiereinrichtung oder dergleichen, welche Vorrichtungen insbesondere bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung zum Einsatz kommen. Neben dem Betätigungselement 2 das je nach Vorrichtung unterschiedlich ausgebildet ist, weist jede Antriebsvorrichtung 1 einen Gewindetrieb 3, eine mit diesem bewegungsverbundene Getriebeeinheit 6 aus Untersetzungsgetriebe 7 und Stirnradgetriebe 9 sowie das Stirnradgetriebe 9 antreibenden Motor oder Motore 4, 5 auf.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 weist das Betätigungselement 2 eine Verschiebestange 40 auf, die an einem ihrer Enden mit einer Lochhülse 43 verbunden ist. Am freien Ende der Lochhülse 43 sind eine Anzahl von Bohrungen oder Löchern 49 in der Hülse ausgebildet, durch die je nach Verstellung der Lochhülse 43 in axialer Richtung 38 mehr oder weniger Fluid entsprechend zur Fluidströmung 50 vom Einlassende 45 zum Auslassende 46 strömt. In der dargestellten Stellung der Lochhülse 43 sind alle

Bohrungen 49 verschlossen, so dass keine Strömung durch das Auslassende 46 stattfindet.

Um eine Verdrehung der Lochhülse 43 zu verhindern, ist diese mittels einer Keilwelle 47 drehfest mit einem Umströmungskörper 44 verbunden. Dieser ist im Vorrichtungsgehäuse 42 angeordnet. Innerhalb des Umströmungskörpers 44 sind die verschiedenen Teile der Antriebsvorrichtung 1 angeordnet, wie Gewindetrieb 3, Getriebeeinheit 6 und Motore 4, 5.

Der Gewindetrieb 3 ist als Rollenumlaufgewindetrieb mit entsprechend Gewindespindel 11 und Spindelmutter 10 ausgebildet. Die Gewindespindel 11 ist mit ihrem von der Spindelmutter 10 fortweisendem Ende 39 mit der Verschiebungsstange 40 verbunden.

Die Spindelmutter 10 ist an einer Verbindungshülse 15 mittels einer Anzahl von Schraubbolzen lösbar befestigt, wobei die Spindelmutter 10 über eine entsprechende Drehlagerung der Verbindungshülse 15 zwar drehbar, aber in axialer Richtung unverschieblich ist.

Die Verbindungshülse 15 weist eine Haltebohrung 17 auf, siehe auch Figur 4, in die die Spindelmutter 10 teilweise eingesetzt ist. In dieser Haltebohrung 17 ist je nach axialer Verstellung die Gewindespindel 11 ebenfalls eingeführt, wobei deren in der Haltebohrung 17 befindliches Antriebsende 16 mit einer Innenbohrung versehen ist, in die ein Codierungsträger 33 eines Positionssensors 32 eingesteckt ist. Der Codierungsträger 33 ist zusammen mit der Gewindespindel 11 in axialer Richtung 38 verstellbar.

Mit einem von der Spindelmutter 10 fortweisendem Ende der Verbindungshülse 15 ist ein Untersetzungsgetriebe 7 als Teil der Getriebeeinheit 6 zur Drehung der Verbindungshülse 15 verbunden. Das Untersetzungsgetriebe 7 ist als sogenannter Harmonic Drive 8 ausgebildet. Dieses weist eine flexible Zahnhülse 12 auf, die an ihrem geschlossenen Ende mit der Verbindungshülse 15 drehfest verbunden ist. Die Zahnhülse 12 weist an ihrem offenen Ende eine Außenverzahnung auf, die mit einer Innenverzahnung eines fixierten Ringelements 13 als weiteren Teil des Harmonic Drive 8 in Teilleeingriff ist. Innerhalb der Zahnhülse 12 ist im Bereich des Ringelements 13 ein Wellengenerator 14 ebenfalls als Teil des Harmonic Drives 8 angeordnet.

Der Harmonic Drive 8 arbeitet in an sich bekannter Weise, indem durch den Wellengenerator 14 die flexible Zahnhülse 12 an zwei gegenüberliegenden Stellen soweit aufgedehnt wird, dass deren Außenverzahnung dort mit der Innenverzahnung des Ringelements 13 in Eingriff ist. In der Regel weist die Zahnhülse zwei Zähne weniger als das Ringelement auf, so dass bei einer Drehung die Relativbewegung zwischen Zahnhülse und Ringelement zwei Zähne beträgt. Der entsprechende Wellengenerator 14 ist erfindungsgemäß mit einem ersten Schraubrad 20 eines Stirnradgetriebes 9 als weiteren Teil der Getriebeeinheit 6 drehfest verbunden. Erstes Schraubrad 20 ist zumindest mit einem zweiten Schraubrad 21 in Eingriff, wobei bei einem weiteren Ausführungsbeispiel die entsprechende Schrägverzahnung 24, siehe auch Figur 3, der Schraubräder 20, 21 so ausgebildet sein kann, dass sich ein Doppelschraubgetriebe 23 ergibt. Ein solches schrägverzahntes Stirnradgetriebe 9 ist selbstbremsend und selbsthemmend. Die Schrägverzahnung der verschiedenen Schraubräder ist durch entsprechende Zähne gebildet, die unter einem entsprechendem Schrägwinkel 25, siehe wiederum Figur 3, angeordnet sind.

Der Schrägwinkel beträgt von erstem und/oder zweitem Schraubrad 50° bis etwa 90° und vorzugsweise 65° bis 85° . Durch das Stirnradgetriebe ergibt sich ein Übersetzungsverhältnis im Bereich zwischen $i=25$ und $i<1$. Entsprechend weisen die Schraubräder 1 bis 10, vorzugsweise 1 bis 7 und besonders bevorzugt 1 bis 4 Zähne auf.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren ist jeweils ein zweites Schraubrad 21 außen in Eingriff mit dem ersten Schraubrad 20. Es ist selbstverständlich, dass entlang des Umfangs des ersten Schraubrades 20 auch zwei, drei oder mehr zweite Schraubräder 21 angeordnet und mit dem ersten Schraubrad 20 in Eingriff stehen können.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist das zweite Schraubrad 21 an einer Antriebswelle 22 angeordnet, die radial nach außen versetzt ist und sich parallel zur Gewindespindel 11 erstreckt. Auf die Antriebswelle 22 folgt eine Übertragung von Antriebskraft durch zwei Elektromotore 4, 5.

Es besteht die Möglichkeit, dass entsprechend zur Anordnung weiterer zweiter Schraubräder entsprechend auch weitere Antriebswellen 22 mit Motoren 4, 5 angeordnet wer-

den. Diese sind dann analog entlang des Umfangs des ersten Schraubrades 20 verteilt, wobei die entsprechenden Antriebswellen 22 jeweils parallel zueinander angeordnet sind.

Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel der Antriebsvorrichtung 1 erstreckt sich die Antriebswelle 22 mit ihrem von dem zweiten Schraubrad 21 fortweisenden Ende bis zu einer Distanzhülse 35, wobei ein entsprechendes Ende der Antriebswelle 22 in der Distanzhülse 35 drehbar gelagert ist. Es besteht die Möglichkeit, diese Distanzhülse 35 wegzulassen, indem beispielsweise die Antriebswelle 22 verlängert und mit weiteren Motoren 4, 5 im Bereich der Distanzhülse 35 versehen ist.

Durch das erste Schraubrad 20 und das Untersetzungsgetriebe 7 ist der Codierungsträger 33 des Positionssensors 32 hindurchgeführt. Dieser ist mit seinem der Gewindespindel 11 zuweisendem Ende in dieser eingesetzt und dort fixiert. Der Codierungsträger 33 weist auf seiner Außenseite ein positionsspezifisches Muster auf, dass durch eine entsprechende Abtast- oder Sensoreinrichtung des Positionssensors 32 abtastbar ist. Durch diese Abtastung ergibt sich eine genaue Positionsbestimmung des Codierungsträgers 33 bei Verstellung in axialer Richtung 38, welche Positionsverstellung in eine entsprechende Positionsverstellung der Gewindespindel 11, der Verschiebungsstange 14 und damit der Lochhülse 43 umwandelbar ist. Damit lässt sich durch den Positionssensor 32 die jeweilige Position der Lochhülse 43 und entsprechend die Anordnung der Bohrungen 49 bestimmen, wodurch die entsprechende Drosselung des Betätigungselements 2 bezüglich der Fluidströmung 50 bestimmt ist.

Zur elektrischen Versorgung sowohl der Motore 4, 5 als auch des Positionssensors 32 ist von außen an das Vorrichtungsgehäuse 42 eine elektrische Verbindungseinrichtung 52 in Form eines elektrischen Verbinders 48 herangeführt und dort befestigt. Die entsprechenden elektrischen Versorgungsleitungen sind in das Innere der Antriebsvorrichtung 1 geführt und dort mit den entsprechenden Einheiten verbunden.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass die entsprechenden Teile der Antriebsvorrichtung 1, siehe Betätigungselement 2, Gewindetrieb 3, Motore 4, 5 und Getriebeeinheit 6 im Wesentlichen bei allen Ausführungsbeispielen der Antriebsvorrichtung gleichartig

aufgebaut und kombiniert sind. Bei den folgenden Ausführungsbeispielen wird entsprechend nur auf die Unterschiede zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1 eingegangen.

In Figur 2 ist ein Schnitt entlang der Linie II – II aus Figur 1 dargestellt, wobei die Figur 1 einen entsprechenden Schnitt entlang der Linie I – I aus Figur 2 entspricht.

Der Umströmungskörper 44 ist im Querschnitt kreisförmig, wobei an drei in Umfangsrichtungen gleich beabstandeten Stellen die entsprechenden elektrischen Verbindungseinrichtungen bzw. elektrischen Verbinder 48 angeordnet sind. Mittig in dem Umströmungskörper 44 ist das erste Schraubrad 20 angeordnet, das mit dem zweiten Schraubrad 21 in Eingriff ist. Mittig in dem ersten Schraubrad 20 ist ein hülsenförmiges Ende 68 des Positionssensors 32 eingesetzt, siehe auch Figur 1, wobei sich innerhalb dieses hülsenförmigen Endes 68 der Codierungsträger 33 befindet.

Gegenüberliegend zum zweiten Schraubrad 21 ist ein Leerraum 51 angeordnet, der analog zur Aufnahme eines weiteren zweiten Schraubrades 21 mit entsprechender Antriebswelle 22 und Motoren 4, 5 und gegebenenfalls Distanzhülse 35 dienen kann. Weitere solcher Leerräume sind auch an noch weiteren Stellen in Umfangsrichtung des ersten Schraubrades 20 anordbar.

In Figur 3 ist eine vergrößerte Darstellung des Details „X“ aus Figur 1 dargestellt, wobei diese Darstellung einer Seitenansicht aus radialer Richtung des zweiten Schraubrades 21 entspricht. Dieses weist eine doppelt angeordnete Schrägverzahnung 24 auf, so dass ein Doppelschraubgetriebe 23 gebildet ist. Ein entsprechender Schrägwinkel 25 der Schrägverzahnung beträgt zwischen 50° und etwa 90° und bevorzugt zwischen 65° und 85°.

Das erste Schraubrad 20 ist analog zum zweiten Schraubrad 21 mit einer solchen doppelten Schrägverzahnung 24 ausgebildet. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, dass nur eine Schrägverzahnung verwendet wird.

In Figur 4 ist ein Schnitt in axialer Richtung durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer Antriebsvorrichtung 1 dargestellt.

Die Anordnung von Getriebeeinheit 6 und der Motore 4, 5 entspricht der nach Figur 1, siehe die Ausführungen dort.

Unterschiedlich zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist, dass die Gewindespindel 11 als Teil des Gewindetriebs 3 drehfest mit der Verbindungshülse 15 mittels Keilverzahnung 19 verbunden ist, aber in axialer Richtung 38 fixiert ist. Entsprechend ist das Antriebsende 16 der Gewindespindel 11 in die Haltebohrung 17 der Verbindungshülse 15 eingesteckt und dort auf deren Innenseite 18 über die Keilverzahnung 19 drehfest gehalten.

Entlang der Gewindespindel 11 ist die Spindelmutter 10 in axialer Richtung 38 verfahrbar, wobei diese allerdings drehfest angeordnet ist. Die Drehfestigkeit ergibt sich insbesondere dadurch, dass radial nach außen von der Spindelmutter 10 Eingriffselemente 27 abstehen, die in diametral gegenüberliegende Schlitze 28 einer Festhülse 30 eingreifen. Die Schlitze 28 erstrecken sich in axialer Richtung 38 und sichern durch die Führung der Eingriffselemente 27 die Drehfestigkeit der Spindelmutter 10. Das entsprechende Eingriffselement 27 greift nicht nur in den Schlitz 28 der Festhülse 30, sondern auch in entsprechende Schlitze 29 einer Drehhülse 31 ein. Die Schlitze 29 der Drehhülse 31 verlaufen schräg zu den Schlitz 28 der Festhülse 30. Dabei kann dieser Schrägverlauf in Längsrichtung der Schlitze variieren, so dass beispielsweise zuerst nur ein geringer Winkel zwischen den Schlitz 28, 29 vorhanden ist, so dass sich auch bei längerer Verstellung der Spindelmutter 10 in axialer Richtung 38 nur eine geringe Relativedrehung zwischen Drehhülse 31 und Festhülse 30 ergibt. Anschließend kann sich der Winkel vergrößern, so dass dann auch mit einer nur geringen Bewegung der Spindelmutter 10 eine vergleichbar erheblich größere Relativedrehung zwischen Drehhülse 31 und Festhülse 30 stattfindet. Es ist selbstverständlich, dass durch entsprechenden Verlauf der Schlitze 28, 29 relativ zueinander verschiedene Umsetzungen der entsprechenden Axialbewegungen der Spindelmutter 10 in eine Drehbewegung der Drehhülse 31 relativ zur Festhülse 30 möglich sind.

Die Drehung der Drehhülse 31 wird bei deren Befestigung mittels entsprechender Schraubbolzen auf einen Zwischenring 26 übertragen. Dieser ist mittels Steckstiften drehfest mit einer Drehkopplungshülse 58 verbunden. Diese wiederum ist über entsprechende Steckstifte drehfest mit einer ersten Lochblende 55 verbunden. Durch Drehung

der ersten Lochblende 55 relativ zu einer zweiten, feststehenden Lochblende 54 ergibt sich eine unterschiedlich große Blendenöffnung durch Überlapp entsprechender Öffnungen in beiden Lochblenden 54, 55. Überlappen die entsprechenden Öffnungen nicht, erfolgt kein Durchfluss durch die Lochblendenanordnung in Strömungsrichtung 50.

Zur Positionsbestimmung der Spindelmutter 10 und damit zur Überwachung der Verdrehung der ersten Lochblende 55 weist das Eingriffselement 27 zumindest auf einer Seite der Spindelmutter 10 einen Mitnehmer 34 auf, der weiter radial nach außen vorsteht. Dieser Mitnehmer 34 ist mit einem im Wesentlichen flachen und stabförmigen Codierungsträger 33 verbunden. Dieser bildet entsprechend zu Figur 1 Teil eines Positionssensors 32. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1 sind Positionssensor 32 und Codierungsträger 33 radial nach außen versetzt und parallel zur Gewindespindel 11 angeordnet. Durch die Mitbewegung des Codierungsträgers 33 mit der Spindelmutter 10 ergibt sich durch entsprechende Abtastung eines auf dem Codierungsträger angeordneten positionsspezifischen Musters eine genaue Positionsbestimmung der Spindelmutter 10. Die Position der Spindelmutter 10 lässt sich in eine genaue Drehstellung der ersten Lochblende 55 relativ zur zweiten Lochblende 54 umrechnen.

Analog wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist der Gewindetrieb 3 nach Figur 4 ein Rollenumlaufgewindetrieb und das Stirnradgetriebe 9 kann als Doppelschraubgetriebe 23 ausgebildet sein. Ebenfalls analog zum ersten Ausführungsbeispiel besteht die Möglichkeit, mehrere Antriebswellen 22 mit entsprechenden Antriebsmotoren 4, 5 und zugeordneten zweiten Schraubrädern 21 in Umfangsrichtung des ersten Schraubrades 20 anzuordnen.

Figur 5 entspricht einem Schnitt entlang der Linie V – V aus Figur 4, wobei Figur 4 einem Schnitt entlang der Linie IV – IV nach Figur 5 entspricht.

Im Wesentlichen entspricht Figur 5 der Figur 2, wobei allerdings das zweite Schraubrad 21 nicht seitlich zum ersten Schraubrad 20, siehe Figur 2, sondern unterhalb zu diesem angeordnet ist. Diametral gegenüberliegend ist der Positionssensor 32 angeordnet. Es besteht die Möglichkeit, weitere entsprechende Leerräume 51, siehe Figur 2, entlang der Umfangsrichtung des ersten Schraubrades 20 zur Aufnahme weiterer Antriebswellen 22 und entsprechender zweiter Schraubräder 21 anzuordnen.

Im Inneren des ersten Schraubrades 20 ist entsprechend zur anderen Anordnung des Positionssensors 32 mit Codierungsträger 33 kein solcher Codierungsträger 33 angeordnet, siehe hierzu statt dessen Figur 2.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung 1, die im Wesentlichen analog zur Antriebsvorrichtung 1 nach Figur 1 aufgebaut ist. Die Unterschiede betreffen im Wesentlichen die andere Verwendung der Antriebsvorrichtung 1, d.h. die Kombination mit einem anderen Betätigungselement 2, wobei ebenfalls die entsprechenden Teile der Antriebsvorrichtung 1 nicht nach Figur 1 in einem Umströmungskörper 44 eingebaut sind.

Statt dessen weist das Betätigungselement nach Figur 6 eine Verschiebungsstange 14 auf, die an ihrem von der Gewindespindel 11 fortweisendem Ende mit einem Topfhalter 62 drehfest verbunden ist. Der Topfhalter 62 ist einseitig offen und in dieses offene Ende ist ein Schließtopf 61 eingesetzt. In der oberen Hälfte nach Figur 6 ist der Schließtopf maximal auf eine entsprechende Lochhülse 43 mit Bohrungen 49 als weiteren Teil des Betätigungselements 2 aufgeschoben. In der unteren Hälfte nach Figur 6 ist der Schließtopf 61 so weit wie möglich von der Lochhülse 43 abgezogen, so dass alle Bohrungen 49 Fluid entsprechend zur Fluidströmung 50 durchlassen.

Um eine Drehung des Topfhalters 62 relativ zum Vorrichtungsgehäuse 42 zu verhindern, ist analog zu Figur 1 eine Keilwelle 47 zwischen diesen angeordnet.

Es sei noch angemerkt, dass bei Figur 6 auch der gleiche Positionssensor 32 wie bei Figur 1 im Einsatz ist. Dies gilt analog auch für den entsprechenden Codierungsträger 33 und dessen Anordnung innerhalb der Antriebsvorrichtung bzw. dessen Befestigung an der Gewindespindel 11.

Bezüglich Figur 6 sei noch angemerkt, dass dort insbesondere die Schrägrollenlager 63 der Verbindungshülse 15 mit Bezugszeichen versehen sind, welche allerdings auch analog bei den anderen Ausführungsbeispielen im Einsatz sind.

Weiterhin sei noch angemerkt, dass das Vorrichtungsgehäuse 42 wie auch bei den anderen Ausführungsbeispielen modularartig aufgebaut ist und durch die Abstufungen auf der Außenfläche insbesondere bei den Ausführungsbeispielen 4 und 6 zum automatischen Einsetzen der entsprechenden Antriebsvorrichtung 1 mit Betätigungselement 2 in einen sogenannten Tree bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung dienen. Die Anordnung wird durch die verschiedenen Abstufungen und Schrägflächen auf der Außenseite des Vorrichtungsgehäuses 42 erleichtert, so dass das Einsetzen auch durch einen ferngesteuerten Roboter oder dergleichen erfolgen kann.

Bei dem letzten Ausführungsbeispiel nach Figur 7 entspricht wiederum die Anordnung der entsprechenden Teile der Antriebsvorrichtung 1 der nach Figur 1, siehe insbesondere Anordnung von Verbindungshülse 15 von Getriebereinheit 6 und Motoren 4, 5. Auch bei Figur 7 wird ein Umströmungskörper 44 eingesetzt, um den das Fluid entsprechend zur Fluidströmung 15 von Einlassende 45 in Richtung Auslassende 46 strömt. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1 wird eine andere Art von Drosselement verwendet, das aus zwei Lochblenden 54, 55 gebildet ist, siehe hierzu auch Figur 4. Die erste Lochblende 55 ist drehbar und die zweite Lochblende 54 drehfest innerhalb des Vorrichtungsgehäuses 42 gelagert. Die Drehung der ersten Lochblende 55 wird direkt durch Drehung der Gewindespindel 11 des Gewindetriebs 3 übertragen. Die Gewindespindel 11 ist analog zu dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 in einer entsprechenden Haltebohrung 17 der Verbindungshülse 15 eingesetzt und dort mittels Keilverzahnung 19 drehfest und axial unverschieblich gehalten.

Im Unterschied zu den vorangehenden Ausführungsbeispielen erfolgt bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 7 keine Verstellung eines Teils des Gewindetriebs 3 in axialer Richtung, da auch die Spindelmutter 10 zwar drehbar, aber in axialer Richtung unverschieblich innerhalb des Umströmungskörpers 44 gelagert ist. Die entsprechende Lagerung erfolgt über ein zwischen zwei Halteringen 64, 65 angeordnetes Lager 66.

Die elektrische Versorgung der entsprechenden Einheiten der Antriebsvorrichtung 1 nach Figur 7 erfolgt analog zu Figur 1. Ein Unterschied zwischen den Ausführungsbeispielen nach Figuren 1 und 7 besteht in der Verwendung eines anderen Positionssensors 32, der nach Figur 7 eine Torsionsfeder 67 als die jeweilige Drehstellung der Verbindungshülse 15 und damit der Gewindespindel 11 detektierendes Element ist. Die

entsprechende Torsion der Feder führt zu unterschiedlich gedehnten und gestauchten Bereichen entlang der Wicklung der Feder, was in diesen Bereichen angeordneten elektrischen Drähten zu unterschiedlichen Widerstandsänderungen führt. Diese Widerstandsänderungen werden in eine entsprechende Torsion der Feder und damit in einen entsprechenden Drehwinkel der Verbindungshülse 15, der Gewindespindel 11 und schließlich der ersten Lochblende 55 umgerechnet.

Im Folgenden sei kurz die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung 1 anhand beispielsweise der Figur 1 erläutert.

Bei Betätigen der Motore 4, 5 erfolgt entsprechend eine Drehung der Antriebswelle 22 und damit des zweiten Schraubrades 23 des schrägverzahnten Stirnradgetriebes 9. Die Drehung des zweiten Schraubrades 23 wird durch den Eingriff der Schrägverzahnungen auf das erste Schraubrad 20 übertragen.

Durch das schrägverzahnte Stirnradgetriebe ergibt sich eine Selbsthemmung bzw. Selbstbremsung sowie ein hoher Wirkungsgrad mit geringer Verlustleistung. Die entsprechenden Zahnflanken der Zähne 24 von erstem und jeweils zweitem Schraubrad sind in Linienberührung. Durch die parallele Anordnung der entsprechenden Schraubräder treten im Wesentlichen keine Axialkräfte auf und es ergibt sich insgesamt eine einfache Bauweise. Weiterhin ist ein solches Getriebe relativ geräuscharm, kompakt im Aufbau und weist eine hohe Lebenserwartung auf.

Wie bereits ausgeführt, können mehrere der zweiten Stirnräder 23 in Umfangsrichtung des ersten Stirnrades 20 mit entsprechenden Antriebswellen 22 und Motoren 4, 5 angeordnet sein.

Die Drehung des ersten Stirnrades 20 wird auf den Harmonic Drive übertragen und dort weiter untersetzt. Über die flexible Zahnhülse 12 erfolgt ein Antrieb der Verbindungshülse 15 und über diese je nach Ausführungsbeispiel eine Drehung der Spindelmutter 10 bzw. der Gewindespindel 11. Durch die Drehung des entsprechenden Teils des als Rollenumlaufgewindetriebs ausgebildeten Gewindetriebs 3 erfolgt eine Verstellung oder Verdrehung des jeweiligen Betätigungselements 2, wobei zusätzlich noch eine weitere

Getriebeeinheit aus Festhülse und Drehhülse 30, 31 zwischen Gewindetrieb 3 und Betätigungselement 2 angeordnet sein kann.

Die Betätigungselemente der verschiedenen Ausführungsbeispiele sind unterschiedlich ausgebildet und weisen in der Regel eine entsprechende Verschiebestange und mit dieser verbundene Durchflusssteuerelemente wie Lochblenden 54, 55 oder Lochhülsen 43 auf. Es sei allerdings angemerkt, dass erfindungsgemäße Antriebseinrichtungen auch für andere Einrichtungen wie Drosseln, d.h. beispielsweise auch für Ventile, Zudosiereinrichtungen oder dergleichen einsetzbar sind.

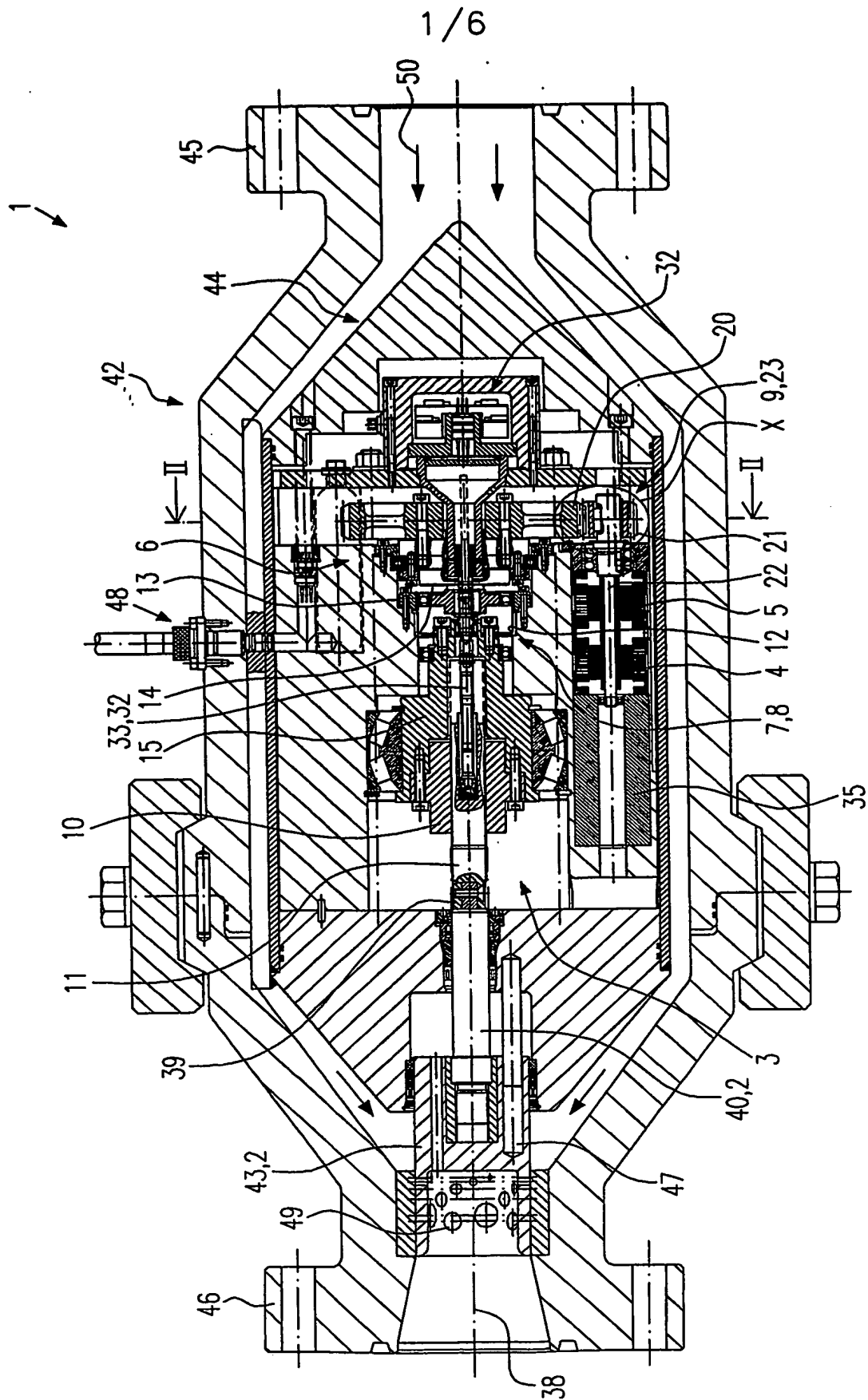


Fig. 1

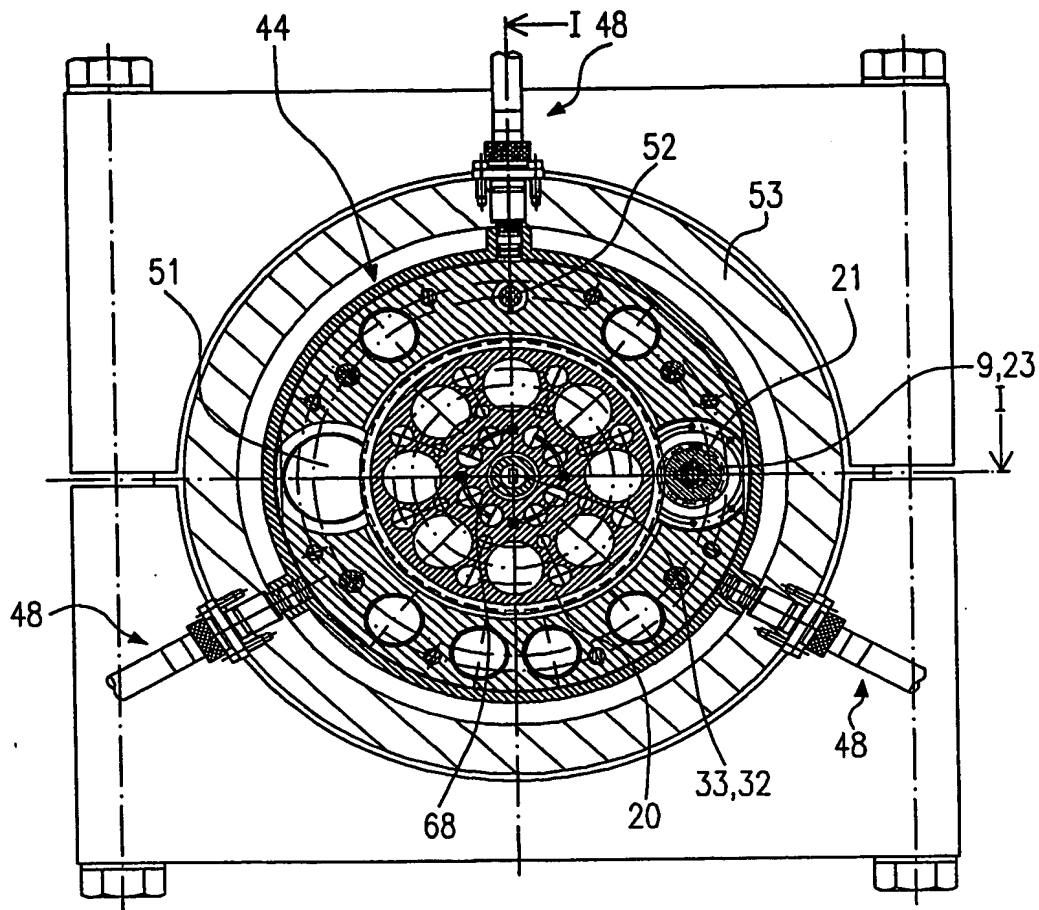


Fig. 2

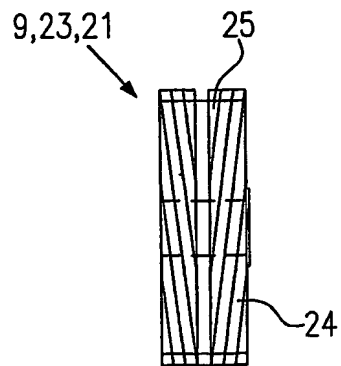


Fig. 3

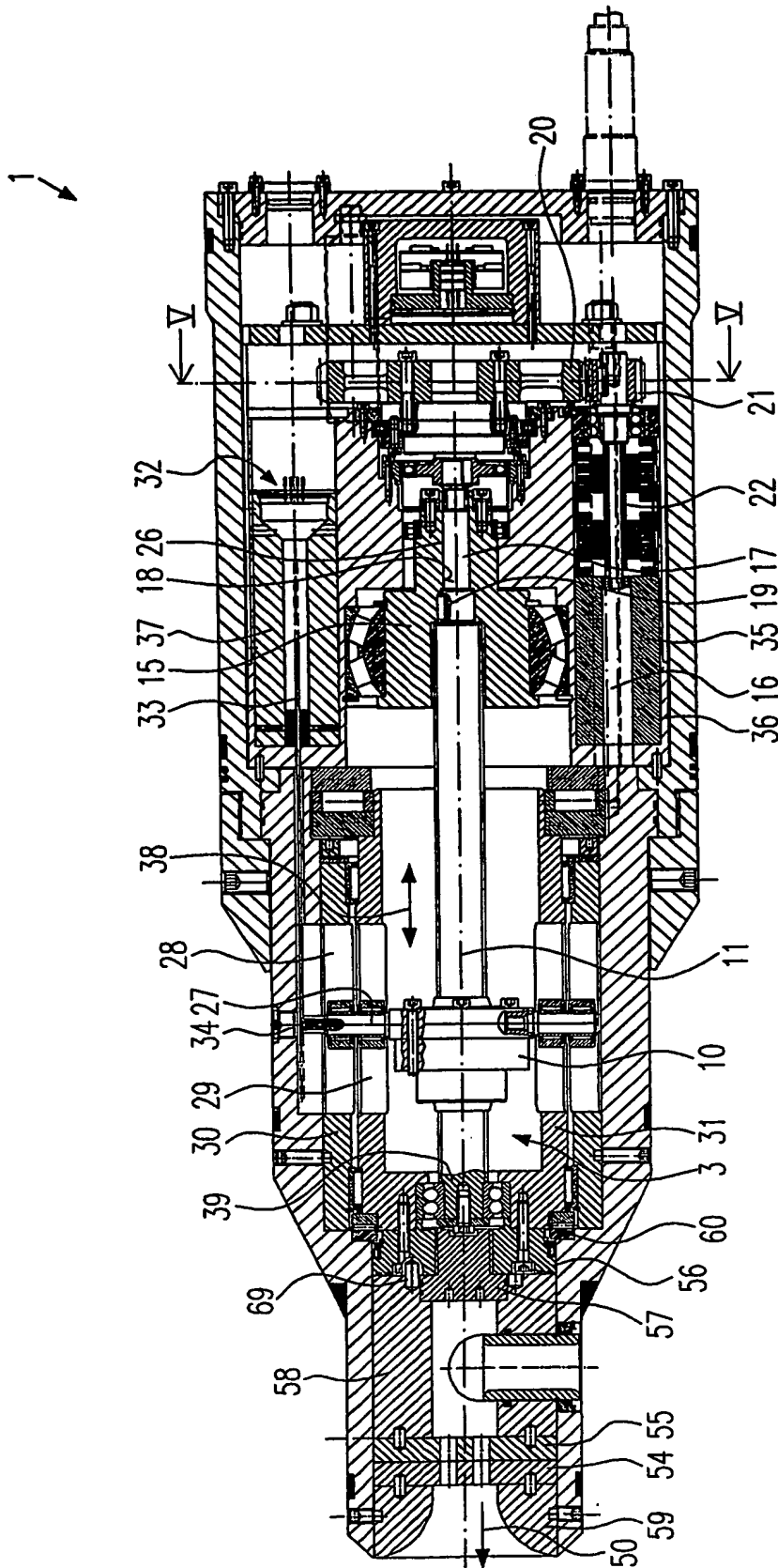


Fig. 4

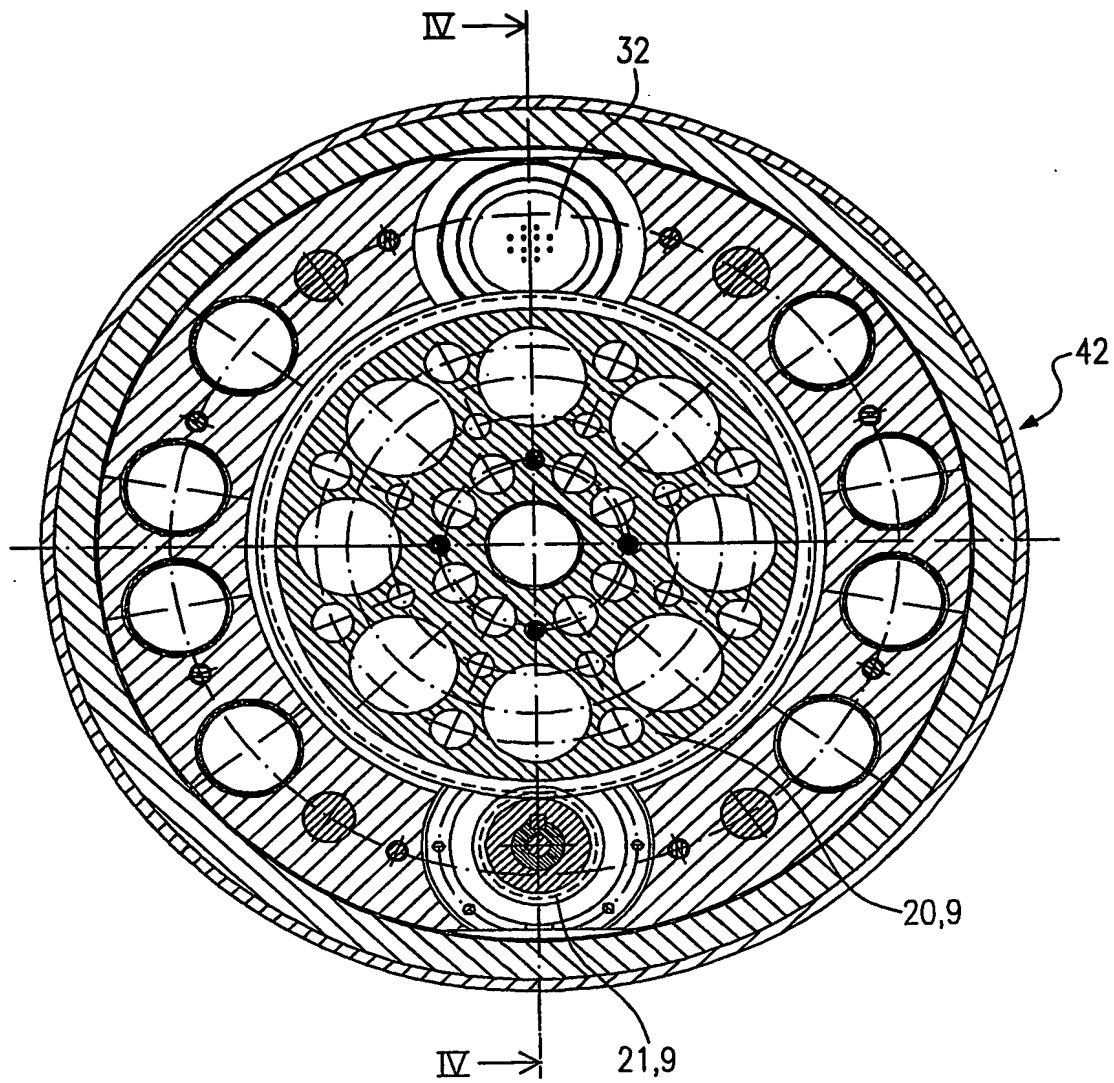


Fig.5

5/6

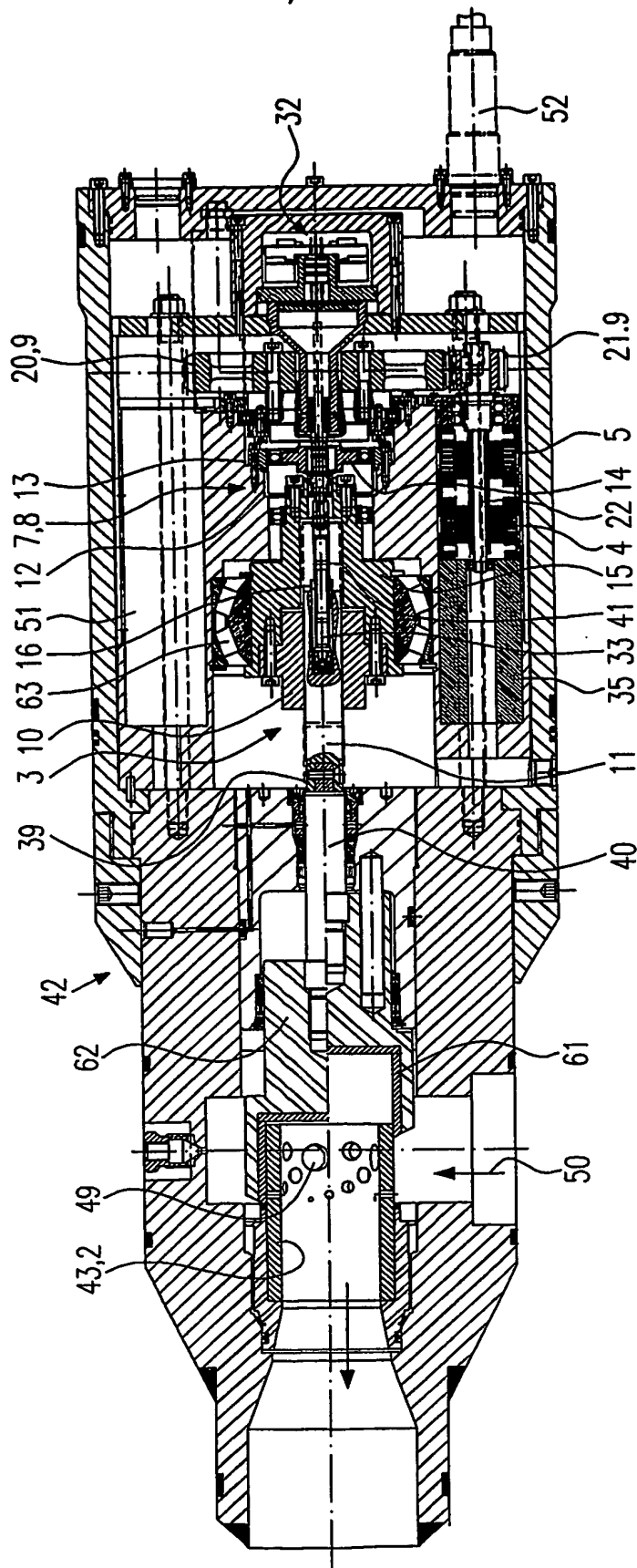


Fig. 6

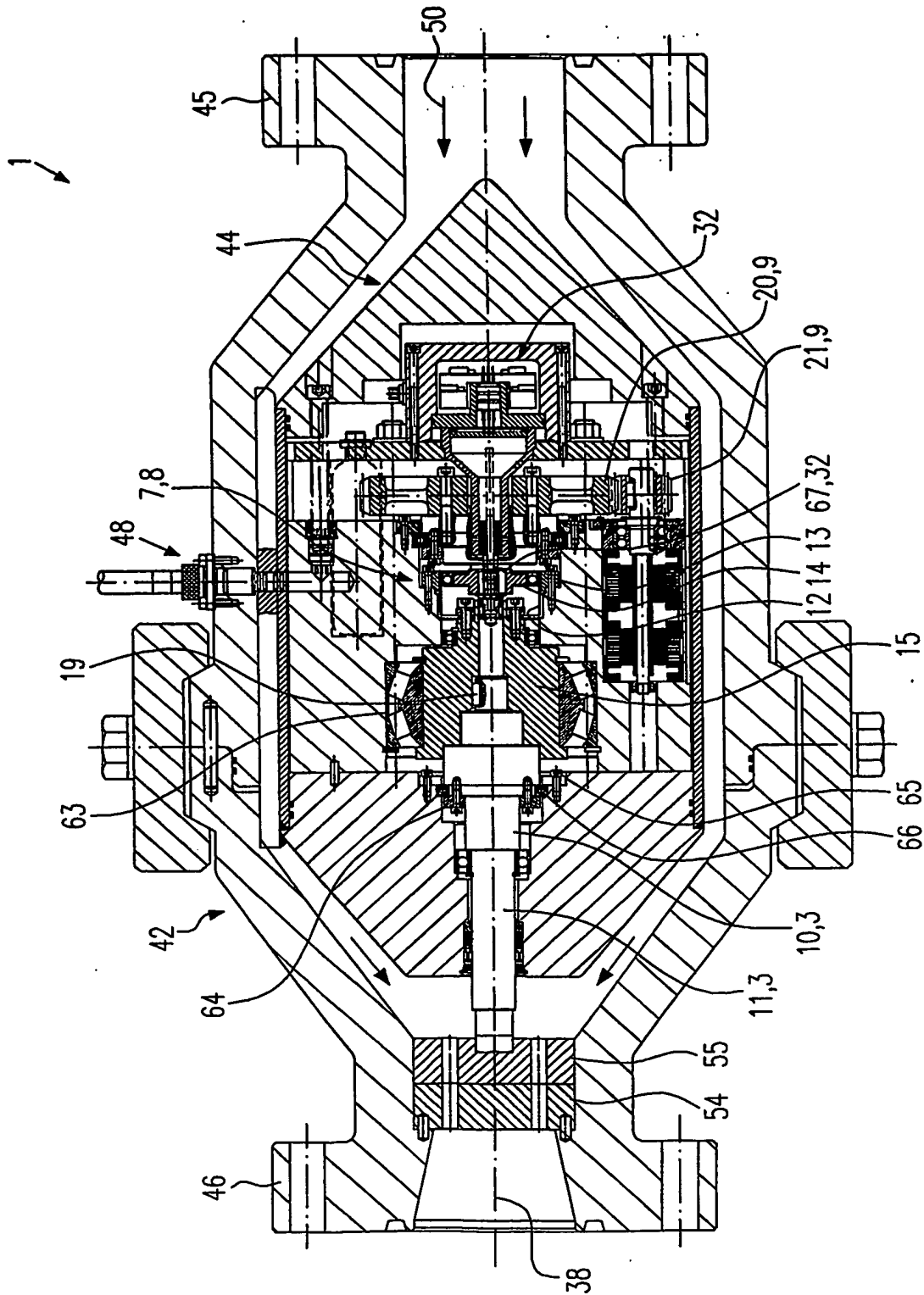


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.